

## RELAP5-3D を用いた ATWS 事象解析(2)

### Analysis and Evaluation for ATWS Event by RELAP5-3D (2)

\*柳 千裕<sup>1</sup>, 安藤 伸裕<sup>2</sup>, 馬場 巖<sup>3</sup>, 児玉 茂雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(株)原子力安全システム研究所, <sup>2</sup>シー・エス・エー・ジャパン, <sup>3</sup>(株)原子力エンジニアリング

弊社(INSS)で既にプラント情報がほぼ整備されている RELAP5-3D コードを用い, 原子炉停止機能喪失(ATWS, Anticipated Transient Without Scram)時の, 炉心条件および解析条件の違いによる ATWS 緩和措置の有効性評価の差異について検討した。

キーワード: 加圧水型軽水炉, RELAP5-3D, ATWS, 主給水流量喪失, 負荷喪失

#### 1. 緒言

INSS では, RELAP5-3D コード[1]を用い, 主給水流量喪失事象発生時に ATWS が重なった場合, 炉心条件および解析条件の違いによるプラント挙動への影響についても検討してきた[2]. 本論文では炉心動特性モデルを1点炉近似(1P)モデルとした場合と3次元(3D)モデルとした場合との解析結果の違いについて検討を行った既報[3]に続き, ケース別の結果について述べる。

#### 2. 解析ケースと解析条件

解析ケースは ATWS ではないケースを含め5ケース実施した(表1). 最確炉心とは実炉心, 保守的炉心は出力分布をなるべく保ったままボロン濃度を高くし密度係数を保守的にすることが目的である. 保守的炉心1は定格運転時の減速材温度係数を-13pcm/°Cで原子炉トリップ反応度4% ΔK/Kとした炉心, 保守的炉心2は保守的炉心1をベースに, ドップラ特性を+20%とした炉心である. 最確炉心をベースに作成された保守的炉心が適切であることを実測の出力分布比較により確認している. なお, 1Pモデルで使用する軸方向出力分布には, 3Dモデルの初期値と同じ出力分布を使用している. ケース3のプラント状態は新規制基準適合性審査での感度解析を参考に設定した. 補助給水流量等その他主要な過渡解析条件は既報[3]と同じである。

表1 解析ケースと解析条件

過渡解析 ケース番号	原子炉 停止機能	用いる炉心	プラント状態		
			炉出力	1次系圧力	1次冷却材 平均温度
ケース1	喪失 +緩和措置	最確炉心	100%	定格	定格
ケース2		保守的炉心1	100%	定格	定格
ケース3		保守的炉心2	102%	定格+0.2MPa	定格+2.2°C
ケース4	正常動作	最確炉心	100%	定格	定格
ケース5		保守的炉心1	100%	定格	定格

#### 3. 解析結果と考察

表2に示す事象の推移と原子炉最高圧力評価結果から次のことが言える。

①起因事象単独発生時に炉心の解析条件を保守的に設定しても, 圧力バウンダリ健全性は確保できる(ケース4と5との比較)。

②起因事象発生時に ATWS となった場合, 到達最高圧力は上昇(ケース1と4との比較およびケース2と5との比較)する一方, 炉心の解析条件を保守的に設定した場合(ケース1と2と3との比較)でも, 圧力バウンダリの健全性は確保でき, ATWS 緩和措置は有効であることを確認した。

③いずれの炉心モデルでも主蒸気隔離弁の動作および補助給水は, ATWS 事象収束に有効な手段であることを解析的に確認した。

#### 4. まとめ

整備した1Pと3Dの炉心モデルの核的フィードバック(減速材温度係数, ドップラ係数)を等価としたことから, 1Pと3Dの炉心モデル解析結果には定性的にも定量的にも良い一致が見られ, 炉心モデルの違いによる解析結果の影響は小さいことを解析的に確認した。

#### 参考文献

- [1] The RELAP5-3D Code Development Team, RELAP5-3D Code Manual, INEL-EXT-98-00834 Revision 2.3, (2005)  
 [2] 柳千裕ほか, INSS JOURNAL, Vol.25, (2018), 143-148.  
 [3] 柳千裕ほか, “RELAP5-3Dを用いた ATWS 事象解析”, 日本原子力学会 2019年春の年会

\*Chihiro Yanagi<sup>1</sup>, Nobuhiro Ando<sup>2</sup>, Iwao Bamba<sup>3</sup>, Shigeo Kodama<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Nuclear Safety System, Inc., <sup>2</sup>CSA of Japan Co., Ltd., <sup>3</sup>Nuclear Engineering, Ltd